

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-236603

(43)Date of publication of application : 13.09.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
C04B 35/581
// B23Q 3/15

(21)Application number : 07-039790

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 28.02.1995

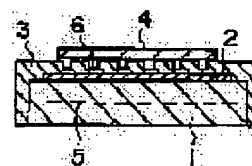
(72)Inventor : KITAZAWA KENJI
AIDA HIROSHI

(54) ELECTROSTATIC CHUCK

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a high attraction force at the time of producing a semiconductor by forming a ceramic resistor layer principally comprising the crystal phase of aluminum nitride containing a kind of element selected from groups 2b and 6b except oxygen and having volume resistivity within a specified range at a specified temperature on the surface of a substrate.

CONSTITUTION: An electrode 2 for applying voltage is provided on the surface of a substrate 1 made of a dielectric having volume resistivity of $10^{14}\Omega\text{-cm}$ or above under room temperature and a ceramic resistor layer 3 is formed thereon. The resistor layer 3 principally comprising the crystal phase of aluminum nitride containing an element of group 2b, e.g. Zn, or an element of group 6b, e.g. S, except oxygen and having volume resistivity of $10^7\text{-}10^{13}\Omega\text{-cm}$ at 25°C is formed by CVD, for example. With such arrangement, high attraction force can be attained at the time of producing a semiconductor while stabilizing the attraction characteristics over a wide temperature range.



LEGAL STATUS

| | |
|---|------------|
| [Date of request for examination] | 27.07.1999 |
| [Date of sending the examiner's decision of rejection] | |
| [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] | |
| [Date of final disposal for application] | |
| [Patent number] | 3152857 |
| [Date of registration] | 26.01.2001 |
| [Number of appeal against examiner's decision of rejection] | |
| [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] | |
| [Date of extinction of right] | |

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-236603

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|---------|
| H 0 1 L 21/68 | | | H 0 1 L 21/68 | R |
| C 0 4 B 35/581 | | | B 2 3 Q 3/15 | D |
| // B 2 3 Q 3/15 | | | C 0 4 B 35/58 | 1 0 4 A |

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-39790

(22) 出願日 平成7年(1995)2月28日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 北澤 謙治

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72) 発明者 会田 比呂史

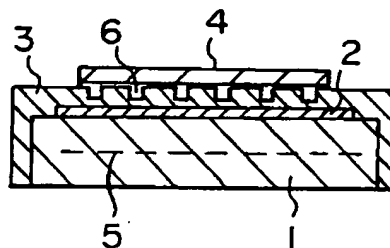
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(54) 【発明の名称】 静電チャック

(57) 【要約】

【構成】電極2が配設された基体1表面に窒化アルミニウム結晶相を主相とするセラミック抵抗体層3を具備した静電チャックであって、その抵抗体層3として、窒化アルミニウム結晶相を主体とし、Znなどの周期律表第2b族元素、あるいはSなどの周期律表第6b族元素を含有せしめ、25℃の体積固有抵抗が $10^7 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗体層をCVD法などにより形成する。

【効果】半導体製造過程において高い吸着特性と幅広い温度範囲で安定した吸着特性を維持でき、静電チャックとして優れた信頼性と長期安定性が得られるとともに、製造コストの低減を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電極が配設された基体の表面に、窒化アルミニウム結晶相を主体とし、周期律表第2b族および酸素を除く第6b族元素から選ばれる少なくとも1種の元素を含み、且つ25℃における体積固有抵抗が $10^7 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ のセラミック抵抗体層を形成したことを特徴とする静電チャック。

【請求項2】前記セラミック抵抗体層中に、酸素を除く周期律表第2b族元素を0.01～20原子%の割合で含有し、該抵抗体層の格子定数がドーパ元素を含まない窒化アルミニウム単相の格子定数から、a軸で0.003～0.020Å、c軸で0.005～0.040Åだけシフトした値を有する請求項1記載の静電チャック。

【請求項3】前記セラミック抵抗体層中に、周期律表第6b族元素を0.01～20原子%の割合で含有し、該抵抗体層の格子定数がドーパ元素を含まない窒化アルミニウム単相の格子定数から、a軸で0.004～0.013Å、c軸で0.005～0.018Åだけシフトした値を有する請求項1記載の静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造装置等においてウエハを静電的に吸着保持して処理したり、搬送するための静電チャックに関するものである。

【0002】

【従来技術】従来より、半導体製造用装置において、シリコンウエハ等の半導体を成膜やエッチングするためにはシリコンウエハの平坦度を保ちながら保持する必要があるが、このような保持手段としては機械式、真空吸着式、静電吸着式が提案されている。これらの保持手段の中で静電的にシリコンウエハを保持することのできる静電チャックはシリコンウエハの加工を行うに際して要求される加工面の平坦度や平向度を容易に実現することができ、さらにシリコンウエハを真空中で加工処理することができるため、半導体の製造に際して最も多用されている。

【0003】従来の静電チャックは、電極板の上にアルミナ、サファイヤ等からなる絶縁層を形成したもの（特開昭60-261377号）、絶縁性基体の上に導電層を形成しその上に絶縁層を形成したもの（特開平4-34953号）、絶縁性基体内部に導電層を組み込んだもの（特開昭62-94953号）などが提案されている。

【0004】近年、半導体素子の集積回路の集積度が向上するに従い、静電チャックの精度が高度化し、さらに耐食性、耐磨耗性、耐熱衝撃性に優れたセラミックス製静電チャックが要求されるようになってきた。特に窒化アルミニウムは他のセラミックス材料に比べて耐プラズマ性に優れていることから、これを用いた静電チャックが検討されている。

【0005】一般に絶縁体の体積固有抵抗値は温度が上昇するに伴い低下する傾向にある。

【0006】例えば窒化アルミニウムの場合には室温で $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗値が300℃で $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下にまで減少し、残留吸着などの問題が発生して安定した動作を得るのは困難であり、使用温度に制限があった。また、室温以下では $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗を有するため、実用上必要とされる吸着力が得られないなどの問題があった。

10 【0007】そこで、特開平2-160444号には絶縁層を2層以上積層するとともにそれぞれの層に対応する電極及び電気回路、スイッチングを設けて、室温から400℃までの使用に耐えられるような構造が提案されている。また、特開平4-300137号には静電チャック内にヒータ、熱電対などの温度検出器を取付け、外部に制御部を設けて温度変化にともなって電源部を制御して吸着力を安定させ、使用温度範囲を広げることも提案されている。さらに、特開平5-315435号では誘電体層を複数の抵抗率の異なる材質で形成し、使用温度によって電圧印加の切り替えを行う方法が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする問題点】静電チャックの表面を形成する誘電性絶縁体として、主として窒化アルミニウムやアルミナなどが検討されているが、従来のこれらの誘電性絶縁体では、室温から高温まで安定した吸着力を得るには至っておらず、上述のように静電チャックの構造を変えたり、電気的な制御により使用できる温度範囲を広げようとする方法では、電気回路も複雑となり、
20 静電チャック自体の構造が複雑になるために製造工程が煩雑であり、そのために製品の信頼性が低下したり、コストが高くなるといった欠点があった。

【0009】また、ヒータを内蔵してその温度を検知し、印加電圧を制御する方法においても静電チャック内に熱電対などの温度検知器を内蔵するために検知器が故障すると使用不可能になるという問題があり、またこの方法においてもセラミック材料の持つ特性は本質的に変化しないことから、その使用範囲には自ずと限界があった。

40 【0010】

【問題点を解決するための手段】本発明者等は、上記問題点に対して静電チャックの表面を形成するセラミック抵抗体層について特に静電チャックを構成する材料の観点から検討を重ねた結果、所定の基体表面に窒化アルミニウム結晶相を主相とするセラミック抵抗体層を形成し、その抵抗体層中にZn、Cdなどの周期律表第2b族元素や、S、Seなどの周期律表第6b族元素を含有せしめ、25℃における体積固有抵抗が $10^7 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗体層を形成することにより、少なくとも
50 0℃から300℃までの温度範囲においてその抵抗を安

定化できることを見だし本発明に至った。

【0011】即ち、本発明の静電チャックは、電極が配設された基体の表面に、窒化アルミニウム結晶相を主体とし、周期律表第2b族および酸素を除く第6b族元素から選ばれる少なくとも1種の元素を含み、且つ25℃における体積固有抵抗が $10^7 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ のセラミック抵抗体層を形成したことを特徴とするものである。

【0012】特に、セラミック抵抗体層中へのドーパ元素が周期律表第2b族元素である場合、かかる元素を0.01～20原子%の割合で含有し、抵抗体層の格子定数がドーパ元素を含まない窒化アルミニウム単相の格子定数から、a軸で0.003～0.020Å、c軸で0.005～0.040Åだけシフトした値を有するものであり、ドーパ元素が酸素以外の周期律表第6b族元素である場合、0.01～20原子%の割合で含有し、該抵抗体層の格子定数がドーパ元素を含まない窒化アルミニウム単相の格子定数から、a軸で0.004～0.013Å、c軸で0.005～0.018Åだけシフトした値を有するものである。

【0013】以下、本発明を詳述する。図1に本発明の静電チャックの一例を示した。図1の静電チャックによれば、室温における体積固有抵抗が $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁体からなる基体1の表面に電圧が印加される電極2を有し、さらにその電極2上にセラミック抵抗体からなる薄層3（以下、セラミック抵抗体層という。）が形成されている。セラミック抵抗体層3は、少なくともシリコンウエハ4の載置面、あるいは半導体製造装置内に露出している基体面全体に形成される。また、基体1内には図1に示すようにヒータ5を内蔵させてもよく、さらには冷却媒体の流路を設けて静電チャックを冷却することも可能である。また、セラミック抵抗体層3の表面にはシリコンウエハ4の均熱性を向上するために溝6を形成してもよい。電極2は、高周波電源に接続することで高周波電極として用いることができる。

【0014】本発明において、セラミック抵抗体層3は、窒化アルミニウム結晶相を主体とし、結晶相中に周期律表第2b族元素、あるいは酸素を除く周期律表第6b族元素を含むものである。これらの元素は窒化アルミニウム結晶中にドーパされている。また、本発明におけるセラミック抵抗体層3は、上記元素のドーパにより25℃における体積固有抵抗が $10^7 \sim 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 、特に $10^8 \sim 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲の特性を有する。この周期律表第2b族元素、または酸素以外の第6b族元素は、窒化アルミニウムに対して導電性を付与し体積固有抵抗を上記の範囲に制御するためのものである。

【0015】ドーパ元素が、周期律表第2b族元素の場合、0.01～20原子%の割合で含有される。この含有量が0.01原子%未満では体積固有抵抗値を低くするのに十分ではなく、また20原子%を越えると窒化ア

ルミニウムとしての特性が変化し、体積固有抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ より低くなり、静電チャックとして使用できなくなる。この周期律表第2b族元素としては、Zn、Cd、Hgが挙げられ、これらの中でもZnが安価で且つ成膜の制御が容易である。

【0016】一方、ドーパ元素が、酸素以外の周期律表第6b族元素の場合、0.01～20原子%の割合で含有される。この含有量が0.01原子%未満では体積固有抵抗値を低くするのに十分ではなく、また20原子%を越えると窒化アルミニウムとしての特性が変化し、体積固有抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ より低くなり、静電チャックとして使用できなくなる。この周期律表第6b族元素としては、S、Se、Teが挙げられ、これらの中でもSが安価で且つ成膜の制御が容易である。

【0017】なお、静電チャックとして特性の点で、このセラミック抵抗体層の抵抗が $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ より小さいとリーク電流が大きくなり、 $1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ より大きいと吸着力が低下し残留吸着力が発生する場合があるため、静電チャックの使用温度領域、例えば0℃～300℃での体積固有抵抗が $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm} \sim 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあることが望ましい。本発明の静電チャックはこの範囲内で0℃から300℃までがほぼ一定の体積固有抵抗値を示す。このうち、リーク電流や電圧印加に対する応答性を考慮すれば $1 \times 10^8 \sim 5 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ が、さらに耐電圧を考慮すると $1 \times 10^9 \sim 5 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ が最も望ましい。

【0018】更に、静電チャックとして安定した動作を行なうためには、使用温度領域、例えば25℃～300℃の温度範囲における体積固有抵抗変化が3桁以内、好ましくは2桁以内であるのが良い。これは、25℃における体積固有抵抗をR(25℃)、300℃における体積固有抵抗をR(300℃)とすると下記数1

【数1】

【数1】

$$\Delta R = | \log R(25^\circ\text{C}) - \log R(300^\circ\text{C}) |$$

【0020】で表される抵抗変化 ΔR が3以下、特に2以下であることを意味するものである。なお、-100℃～300℃においても同様の結果が期待できる。

【0021】また、本発明によれば、上記周期律表第2b族元素や第6b族元素の添加により、主相である窒化アルミニウム結晶相の格子定数が変化する。本発明者らの測定によれば、含有される元素の種類によって+側、-側のどちらにシフトするかが変わるが、窒化アルミニウム単相の格子定数（測定機器などにより変化する場合がありますが、本発明者らの測定ではa軸3.120Å、c軸4.994Åであった。）から、第2b族元素の場合、a軸で0.003～0.020Å、c軸で0.005～0.040Åだけシフトした値を有し、第6b族元素の場合、a軸で0.004～0.013Å、c軸で0.005～0.018Åだけシフトした値を有する。

従って、この格子定数が上記の範囲より小さいレベルでシフトしたり、上記範囲を越えてシフトする場合には、いずれも所望の電気特性を得ることは難しいのである。

【0022】上記のように、AlおよびN以外の元素を含有し、上記の電気特性を有するAlN質のセラミック抵抗体層は、気相合成法によって容易に作製することができる。具体的な成膜方法としては、スパッタリング、イオンプレーティングなどの物理気相合成法（PVD法）や、プラズマCVD、光CVD、MO（Metal-organic）CVDなどの化学気相合成法（CVD法）により形成することができるが、これらの中でもCVD法がよい。

【0023】例えば、含有させる元素としてZnを選択し、CVD法により成膜する場合には、原料ガスとしてN₂ガス、NH₃ガス、Zn（CH₃）₂およびAlCl₃ガスを用い、これらのガスの流量比をN₂/AlCl₃=5~70、Zn（CH₃）₂/NH₃=0.001~5、NH₃/AlCl₃=1~10とし、成膜温度を850℃以上の比較的高めに設定することにより作製することができる。その他、周期律表第2b族元素を含有させる場合には、上記Zn（CH₃）₂の他には、Zn（C₂H₅）₂、Cd（CH₃）₂、Cd（C₂H₅）₂、Hg（CH₃）₂などを用いて同様に作製することができる。

【0024】また、周期律表第6b族元素を含有させる場合、例えばS（イオウ）を含有させる場合には、原料ガスとしてN₂ガス、NH₃ガス、H₂SおよびAlCl₃ガスを用い、これらのガスの流量比をN₂/AlCl₃=5~70、H₂S/NH₃=0.001~5、NH₃/AlCl₃=1~10とし、成膜温度を850℃以上の比較的高めに設定することにより作製することができる。その他、周期律表第6b族元素を含有させる場合には、上記H₂Sの他には、H₂Se、Se（C₂H₅）₂、Se（C₂H₅）₂、H₂Te、Te（C₂H₅）₂、Te（C₂H₅）₂などが挙げられる。

【0025】一方、セラミック抵抗体層が形成される静電チャックの基体は、格別限定するものではなく、例えばAl₂O₃、AlON、Si₃N₄、AlN、ダイヤモンド、ムライト、ZrO₂などを主とするセラミック材料が挙げられるが、これらの中でも半導体製造時の耐プラズマ性に優れ、前記セラミック抵抗体層との密着性に優れる点で窒化アルミニウムを主体とする焼結体、あるいは室温から800℃までの熱膨張係数が4.0~8.0×10⁻⁶/℃、特に4.8~6.7×10⁻⁶/℃のものが抵抗体膜との密着性を考慮すると望ましい。

【0026】さらに、電圧が印加される電極2は、周知の金属材料が適用でき、例えば、W、Mo、Mo-Mn、Agのいずれでも使用可能である。また、導電性のセラミック材料、例えばTiN、SiC、WC、カーボンやSi半導体材料（n型あるいはp型）も電極材料と

して使用できる。その他、電極2が存在せず、基体自体が電極能を有する場合もあり、その場合には基体1をSiC、TiN、WCなどを主体とする導電性セラミックス、W、Moなどの金属単体およびこれらの合金、カーボンなどにより形成すればよい。その場合には導電性基体そのものに直接電圧を印加することにより静電チャックとして使用できる。また、絶縁性基体内にヒータを内蔵させる場合のヒータ用材料としてはMo、W、WC、Mo-Mn、TiC、TiNなどが用いられる。

【0027】上記のような構成からなる静電チャックによりシリコンウエハを静電吸着するには、電極あるいは導電性基体におよそ0.2~2.0kVの電圧を印加することにより静電吸着を行うことができる。

【0028】

【作用】通常、窒化アルミニウムは体積固有抵抗10¹⁴Ω-cm以上の高絶縁体であるが、その窒化アルミニウム結晶中にZn、Cdなどの周期律表第2b族元素や、S、Seなどの周期律表第6b族元素がアルミニウムや窒素と置換すると、半導体化し、すなわち電子の過不足がおこりこれが導電性に寄与し結晶の導電率を高める作用となすものと考えられる。そして、25℃における体積固有抵抗が10⁷~10¹³Ω-cmの範囲に制御することにより、静電チャックの使用条件下で優れた静電吸着特性を得ることができる。しかも、この抵抗体層は温度に対する抵抗変化が小さく、例えば25℃から300℃までの温度変化に対する抵抗変化が3桁以下と小さい。その結果、この温度領域におけるウエハの吸着特性が安定化し、また残留吸着力の発生しない静電チャックが得られる。

【0029】また、本発明によれば、静電チャックとして格別に複雑な構造をとる必要がなく、本発明の材料を用いることによって静電チャック自体の構造が簡単になり、低コストで広範囲な温度領域における使用を可能とし、電気回路を含めて組み込まれる装置自体の簡略化も実現でき、また静電チャックとして信頼性、長期安定性が保証される。

【0030】

【実施例】

実施例1

窒化アルミニウム質焼結体からなる基体表面に電極としてMoとMnからなる合金をメタライズした後、その電極を含む基体表面に化学気相合成法によってAlN膜を形成した。AlN膜の成膜は、基体を外熱式によって900℃に加熱した炉に入れ、窒素ガスを8SLM、アンモニアガスを1SLMに一定にし、周期律表第2b族元素含有ガスを表1に示す流量に変化させ、炉内圧力を40torrとした。そして、窒化アルミニウム（AlCl₃）を0.3SLMの流量で流して反応を開始し、400μmの膜厚のセラミック抵抗体層を形成した。得られた抵抗体層に対して、-100℃、0℃、25℃およ

び300℃における体積固有抵抗を測定した。その結果は表1に示した。

【0031】また、得られた膜に対してX線回折測定法でSi (SRM640b)を標準試料として角度補正を行い、ピークトップ法により格子定数を算出し、試料No.1の試料の格子定数との差を表1に示した。なお、測定面指数は(100)、(002)、(101)、(102)、(110)、(103)、(112)、(004)であった。

【0032】そして、気相成長後のセラミック抵抗体層*10

*の表面を表面粗さRaが0.02mmとなるように研磨した後、電極に400Vの電圧を印加した時の静電チャックとしての25℃での吸着力および30分間電圧印加し、電圧印加を停止した直後の残留吸着力の有無を真空中で測定した。さらに、25℃から300℃までの吸着力の変化において、その変化率が10%以内のものを○、それ以上のものを×として評価した。これらの測定結果は表1に示した。

【0033】

【表1】

| 試料 No. | 試料 成分 | 流量 (sccm) | Al膜中の Si元素量 (at%) | 格子定数変化 | | 体積固有抵抗 ($\Omega\text{-cm}$) | | | | 400V印加 後の電圧 (V/cm) | 残留吸 着力の有 無 | 安定性 300℃ | 備考 |
|-----------|-----------------------------------|--------------|-------------------------|--------|-------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------|-------------|---------------|
| | | | | a軸 | c軸 | -100℃ | 0℃ | 25℃ | 300℃ | | | | |
| *1 | — | — | 0.0001 | 0 | 0 | >10 ¹⁶ | >10 ¹⁶ | 5.9×10 ¹⁴ | 1.2×10 ¹¹ | 2 | 有 | × | |
| *2 | Zn(CH ₃) ₂ | 1 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 1.2×10 ¹³ | 1.2×10 ¹³ | 1.2×10 ¹³ | 7.6×10 ¹³ | 15 | 無 | × | |
| 3 | Zn(CH ₃) ₂ | 5 | 0.1 | 0.006 | 0.008 | 7.2×10 ¹¹ | 6.4×10 ¹¹ | 6.2×10 ¹¹ | 6.0×10 ¹¹ | 148 | 無 | ○ | |
| 4 | Zn(CH ₃) ₂ | 10 | 0.4 | 0.008 | 0.011 | 6.0×10 ¹⁰ | 3.9×10 ¹⁰ | 3.7×10 ¹⁰ | 3.5×10 ¹⁰ | 150 | 無 | ○ | |
| 5 | Zn(CH ₃) ₂ | 20 | 0.9 | 0.010 | 0.013 | 2.1×10 ¹⁰ | 7.9×10 ⁹ | 9.5×10 ⁹ | 6.4×10 ⁹ | 154 | 無 | ○ | |
| 6 | Zn(CH ₃) ₂ | 50 | 3.6 | 0.014 | 0.020 | 1.4×10 ⁹ | 8.0×10 ⁸ | 7.6×10 ⁸ | 7.5×10 ⁸ | 155 | 無 | ○ | |
| 7 | Zn(CH ₃) ₂ | 140 | 19.0 | 0.019 | 0.039 | 6.8×10 ⁷ | 6.3×10 ⁷ | 6.8×10 ⁷ | 6.9×10 ⁷ | 163 | 無 | ○ | |
| 8 | Zn(CH ₃) ₂ | 100 | 10.2 | 0.017 | 0.030 | 1.1×10 ⁸ | 1.5×10 ⁸ | 3.3×10 ⁸ | 1.2×10 ⁸ | 151 | 無 | ○ | |
| 9 | Zn(CH ₃) ₂ | 150 | 18.7 | 0.021 | 0.040 | 6.8×10 ⁷ | 6.8×10 ⁷ | 6.8×10 ⁷ | 6.9×10 ⁷ | 155 | 無 | ○ | |
| *10 | Zn(CH ₃) ₂ | 200 | 24.0 | 0.026 | 0.052 | 3.5×10 ⁶ | 1.3×10 ⁶ | 1.2×10 ⁶ | 1.0×10 ⁶ | 68 | 無 | ○ | リーク電流 増加発生 |
| *11 | Zn(CH ₃) ₂ | 500 | 30.0 | 0.030 | 0.071 | — | — | — | — | — | — | — | |
| 12 | Cd(CH ₃) ₂ | 5 | 0.2 | 0.007 | 0.009 | 1.0×10 ¹¹ | 7.0×10 ¹⁰ | 6.9×10 ¹⁰ | 4.4×10 ¹⁰ | 151 | 無 | ○ | |
| 13 | Cd(CH ₃) ₂ | 10 | 0.5 | 0.010 | 0.016 | 2.3×10 ¹⁰ | 9.3×10 ⁹ | 8.2×10 ⁹ | 6.5×10 ⁹ | 155 | 無 | ○ | |
| 14 | Cd(CH ₃) ₂ | 20 | 1.3 | 0.012 | 0.020 | 7.2×10 ⁹ | 6.0×10 ⁹ | 5.6×10 ⁹ | 2.3×10 ⁹ | 153 | 無 | ○ | |
| 15 | Cd(CH ₃) ₂ | 50 | 4.5 | 0.016 | 0.029 | 3.6×10 ⁸ | 1.5×10 ⁸ | 1.2×10 ⁸ | 9.5×10 ⁷ | 166 | 無 | ○ | |
| 16 | Hg(CH ₃) ₂ | 3 | 0.06 | 0.005 | 0.007 | 5.7×10 ¹³ | 4.3×10 ¹³ | 4.0×10 ¹³ | 4.1×10 ¹³ | 160 | 無 | ○ | |
| 17 | Hg(CH ₃) ₂ | 6 | 0.07 | 0.007 | 0.009 | 3.5×10 ¹¹ | 3.4×10 ¹¹ | 3.4×10 ¹¹ | 3.4×10 ¹¹ | 165 | 無 | ○ | |

*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0034】表1の結果から明らかなように、抵抗体層の周期律表第2b族元素量および格子定数は周期律表第2b族元素含有ガスの流量によって変化し、周期律表第2b族元素含有ガスを全く導入せず、酸素原子量も不純物レベルの0.0001原子%の場合(試料No.1)には、抵抗値も室温で $5.9 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ の高絶縁性であったが、周期律表第2b族元素含有ガスの流量を徐々に増加させると、室温の体積固有抵抗も低下した。しかし、周期律表第2b族元素が20原子%を越えると(試料No.10)体積固有抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ より低

くなりリーク電流が大きく吸着力の測定もできなかった。なお、得られた抵抗体層はX線回折測定から(002)に配向するAlN膜であった。

【0035】また、試料No.4の静電チャックの体積固有抵抗値の温度依存性の測定結果を図2に、また試料No.4のAlN膜を用いて図1の静電チャックを構成し、電極に400Vの電圧を印加した時の吸着力の温度依存性の測定結果を図3にそれぞれ示した。図2、3から明らかなように、-100℃から300℃の全温度範囲において、体積固有抵抗値は $3.5 \times 10^{10} \sim 6.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあり、また吸着力は図3から明らかなようにこの温度域で一定であり安定した吸着性を示した。

【0036】これに対して、AlN膜中にこれらの周期律表第2b族元素を不純物レベルしか含まない静電チャック(試料No.1)では、測定温度の25℃から300℃への変化に伴い、体積抵抗は $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ から $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ まで急激に変化した。そのため、150℃、200℃では吸着力が安定化するまでの時間が長く、ま

た残留吸着力が観察された。また、25℃における抵抗が $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ を超える試料No.1、2は吸着力が低く、試料No.10ではリーク電流が発生し、測定することができなかった。

【0037】実施例2

窒化アルミニウム質焼結体からなる基体表面に電極としてMoとMnからなる合金をメタライズした後、その電極を含む基体表面に化学気相合成法によってAlN膜を形成した。AlN膜の成膜は、基体を外熱式によって900℃に加熱した炉に入れ、窒素ガスを8SLM、アンモニアガスを1SLMに一定にし、周期律表第6b族元素含有ガスを表1に示す流量に変化させ、炉内圧力を40torrとした。そして、塩化アルミニウム(AlCl_3)を0.3SLMの流量で流して反応を開始し、400μmの膜厚のセラミック抵抗体層を形成した。得られた抵抗体層に対して、-100℃、0℃、25℃および300℃における体積固有抵抗を測定した。その結果は表2に示した。

【0038】また、得られた膜に対して実施例1と同様な方法で格子定数を算出し、試料No.1の試料の格子定数との差を表1に示した。

【0039】そして、気相成長後のセラミック抵抗体層の表面を表面粗さRaが0.02mmとなるように研磨した後、実施例1と同様な方法で、残留吸着力の有無および25℃から300℃における吸着力の変化を評価した。これらの測定結果は表2に示した。

【0040】

【表2】

| 試料 No. | 添加ガス種 | 流量 (sccm) | 第6b族 元素量 (at%) | 格子定数変化 | | 体積固有抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$) | | | | 400V追加 静電容量 ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$) | 安定性 300°C | 膜層剥離 の有無 | 備考 |
|-----------|-----------------------------------|--------------|----------------------|--------|-------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|--------------|-------------|------|
| | | | | a軸 | c軸 | -100°C | 0°C | 25°C | 300°C | | | | |
| *18 | — | — | 0.0001 | 0 | 0 | >10 ¹⁵ | >10 ¹⁵ | 8.8 × 10 ¹⁵ | 1.5 × 10 ¹¹ | 5 | × | 有 | |
| *19 | H ₂ S | 1 | 0.005 | 0.003 | 0.004 | 3.1 × 10 ¹⁴ | 2.0 × 10 ¹³ | 1.2 × 10 ¹³ | 7.7 × 10 ¹¹ | 11 | × | 有 | |
| 20 | H ₂ S | 10 | 0.4 | 0.004 | 0.005 | 8.5 × 10 ¹³ | 3.2 × 10 ¹³ | 2.5 × 10 ¹² | 5.3 × 10 ¹¹ | 146 | ○ | 無 | |
| 21 | H ₂ S | 20 | 0.9 | 0.004 | 0.006 | 7.4 × 10 ¹³ | 6.3 × 10 ¹¹ | 5.8 × 10 ¹¹ | 9.3 × 10 ¹⁰ | 146 | ○ | 無 | |
| 22 | H ₂ S | 50 | 2.2 | 0.006 | 0.007 | 4.5 × 10 ¹³ | 3.9 × 10 ¹¹ | 2.6 × 10 ¹¹ | 4.5 × 10 ¹⁰ | 148 | ○ | 無 | |
| 23 | H ₂ S | 100 | 5.0 | 0.007 | 0.009 | 2.0 × 10 ¹¹ | 8.8 × 10 ¹⁰ | 8.1 × 10 ¹⁰ | 2.3 × 10 ¹⁰ | 150 | ○ | 無 | |
| *24 | H ₂ S | 500 | 22.3 | 0.017 | 0.025 | — | — | — | — | — | — | — | 剥離発生 |
| 25 | H ₂ Se | 10 | 1.4 | 0.003 | 0.004 | 4.0 × 10 ¹³ | 8.7 × 10 ¹¹ | 8.3 × 10 ¹¹ | 6.2 × 10 ¹⁰ | 141 | ○ | 無 | |
| 26 | H ₂ Se | 20 | 2.5 | 0.004 | 0.005 | 2.5 × 10 ¹³ | 8.5 × 10 ¹¹ | 8.3 × 10 ¹¹ | 6.0 × 10 ¹⁰ | 146 | ○ | 無 | |
| 27 | H ₂ Se | 50 | 7.0 | 0.006 | 0.007 | 3.2 × 10 ¹³ | 2.2 × 10 ¹³ | 2.1 × 10 ¹³ | 1.8 × 10 ¹⁰ | 150 | ○ | 無 | |
| 28 | H ₂ Se | 50 | 7.0 | 0.004 | 0.007 | 3.3 × 10 ¹³ | 2.1 × 10 ¹³ | 2.1 × 10 ¹³ | 1.8 × 10 ¹⁰ | 149 | ○ | 無 | |
| 29 | H ₂ Se | 100 | 19 | 0.010 | 0.016 | 8.9 × 10 ¹¹ | 1.5 × 10 ¹¹ | 1.2 × 10 ¹¹ | 4.5 × 10 ¹⁰ | 159 | ○ | 無 | |
| *30 | H ₂ Se | 400 | 29 | 0.018 | 0.026 | — | — | — | — | — | — | — | 剥離発生 |
| *31 | Se(CH ₃) ₂ | 5 | 0.009 | 0.003 | 0.004 | 2.3 × 10 ¹⁴ | 2.0 × 10 ¹³ | 1.1 × 10 ¹³ | 8.5 × 10 ¹¹ | 51 | × | 有 | |
| 32 | Se(CH ₃) ₂ | 15 | 1.8 | 0.007 | 0.009 | 9.0 × 10 ¹¹ | 6.3 × 10 ¹¹ | 6.2 × 10 ¹¹ | 4.2 × 10 ¹⁰ | 145 | ○ | 無 | |
| 33 | Se(CH ₃) ₂ | 20 | 1.9 | 0.006 | 0.008 | 8.0 × 10 ¹¹ | 6.2 × 10 ¹¹ | 5.3 × 10 ¹¹ | 3.2 × 10 ¹⁰ | 149 | ○ | 無 | |
| 34 | Se(CH ₃) ₂ | 50 | 3.9 | 0.010 | 0.012 | 5.0 × 10 ¹⁰ | 4.8 × 10 ¹⁰ | 4.0 × 10 ¹⁰ | 9.0 × 10 ⁹ | 153 | ○ | 無 | |
| 35 | Se(CH ₃) ₂ | 60 | 4.2 | 0.011 | 0.016 | 6.0 × 10 ¹⁰ | 4.7 × 10 ¹⁰ | 4.7 × 10 ¹⁰ | 4.5 × 10 ⁹ | 154 | ○ | 無 | |
| 36 | H ₂ Te | 10 | 1.3 | 0.004 | 0.005 | 9.3 × 10 ¹³ | 2.1 × 10 ¹³ | 9.9 × 10 ¹¹ | 8.2 × 10 ¹¹ | 142 | ○ | 無 | |
| 37 | H ₂ Te | 20 | 2.6 | 0.006 | 0.009 | 7.8 × 10 ¹³ | 1.2 × 10 ¹³ | 9.9 × 10 ¹¹ | 8.2 × 10 ¹¹ | 151 | ○ | 無 | |
| 38 | H ₂ Te | 50 | 10 | 0.009 | 0.013 | 2.9 × 10 ¹³ | 9.5 × 10 ¹¹ | 9.3 × 10 ¹¹ | 8.1 × 10 ¹¹ | 147 | ○ | 無 | |
| 39 | H ₂ Te | 55 | 11 | 0.006 | 0.008 | 3.5 × 10 ¹³ | 9.6 × 10 ¹¹ | 9.3 × 10 ¹¹ | 8.1 × 10 ¹¹ | 149 | ○ | 無 | |
| 40 | Te(CH ₃) ₂ | 10 | 0.5 | 0.004 | 0.005 | 6.5 × 10 ¹³ | 1.5 × 10 ¹³ | 9.9 × 10 ¹¹ | 9.0 × 10 ¹¹ | 146 | ○ | 無 | |
| 41 | Te(CH ₃) ₂ | 30 | 3.5 | 0.006 | 0.008 | 3.2 × 10 ¹³ | 9.8 × 10 ¹¹ | 9.2 × 10 ¹¹ | 8.0 × 10 ¹¹ | 153 | ○ | 無 | |

*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0041】表2の結果から明らかなように、抵抗体層の周期律表第6b族元素量および格子定数は周期律表第6b族元素含有ガスの流量によって変化し、周期律表第2b族元素含有ガスを全く導入せず、不純物レベルの0.0001原子%の場合(試料No.18)には、抵抗値も室温で $8.8 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ の高絶縁性であったが、周期律表第6b族元素含有ガスの流量を徐々に増加させると、室温の体積固有抵抗も低下した。しかし、周*50

* 期律表第6b族元素が20原子%を超える試料No.24、30は膜の剥離が発生した。これは膜内の内部応力が大きくなったためと考えられる。また、25°Cの体積固有抵抗が $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ より大きい試料No.19では吸着力が小さかった。なお、得られた抵抗体層はX線回折測定から(002)に配向するAlN膜であった。

【0042】また、試料No.23の静電チャックの体積固有抵抗値の温度依存性の測定結果を図4に、また試料

13

No. 23のAlN膜を用いて図1の静電チャックを構成し、電極に400Vの電圧を印加した時の吸着力の温度依存性の測定結果を図5にそれぞれ示した。図4、5から明らかなように、-100℃から300℃の全温度範囲において、体積固有抵抗値は $2.0 \times 10^{11} \sim 2.3 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲にあり、また吸着力は図5から明らかなようにこの温度域で一定であり安定した吸着性を示した。

【0043】これに対して、AlN膜中にこれらの周期律表第6b族元素を不純物レベルしか含まない静電チャック(試料No. 18)では、測定温度の25℃から300℃への変化に伴い、体積抵抗は $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ から $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ まで急激に変化した。そのため、150℃、200℃では吸着力が安定化するまでの時間が長く、また残留吸着力が観察された。

【0044】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の静電チャックは、高い耐プラズマ性を具備するとともに、半導体製造時に高い吸着力を有し、しかも幅広い温度範囲で安定した吸着特性を有するもので、静電チャックとして優れ

14

た信頼性と長期安定性が得られるとともに、静電チャックの製造コストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の静電チャックの構造を示す断面図である。

【図2】実施例1の試料No. 4のセラミック抵抗体層の体積抵抗値の温度依存性を示す図である。

【図3】実施例1の試料No. 4のセラミック抵抗体層を具備する静電チャックの吸着力の温度依存性を示す図である。

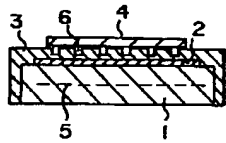
【図4】実施例2の試料No. 23のセラミック抵抗体層の体積抵抗値の温度依存性を示す図である。

【図5】実施例2の試料No. 23のセラミック抵抗体層を具備する静電チャックの吸着力の温度依存性を示す図である。

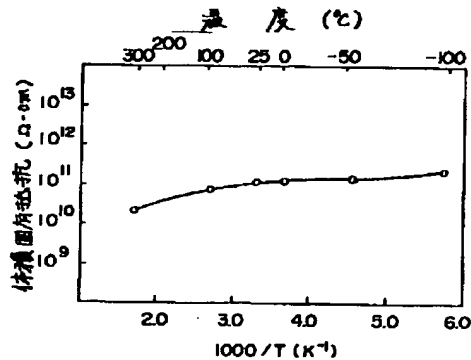
【符号の説明】

- | | |
|---|-----------|
| 1 | 基体 |
| 2 | 電極 |
| 3 | セラミック抵抗体層 |
| 4 | シリコンウエハ |

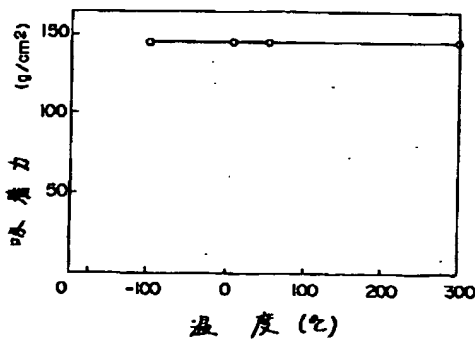
【図1】



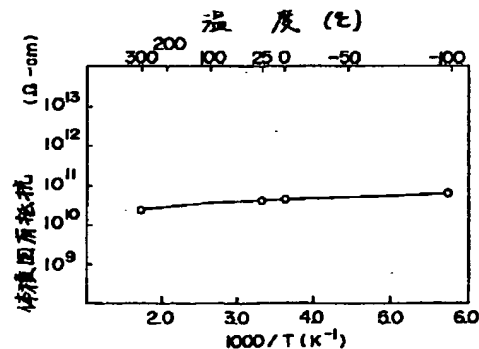
【図2】



【図3】



【図4】



(9)

特開平8-236603

【図5】

